84. 2상 부스트 컨버터를 이용한 태양광발전용 인버터에 관한 연구

전기공학과 박 정 환
지도교수 이 성 근

현대 산업의 고도 성장에 따라 에너지 사용량도 급증해 왔다. 이러한 급격한 에너지 소비에 의해 주 에너지원인 석유등 화석연료의 사용량도 증가하고 있다. 그러나 이러한 화석 연료는 그 매장량이 한정되어 있을 뿐만 아니라, 지구 환경에도 악영향을 미치고 있다. 화석 연료의 연소에 의해 발생되는 지구 온난화, 온실 효과, 오존층 파괴, 산성비 등의 환경 문제는 이제 국경을 넘어선 범 지구적인 문제로 여겨지고 있다. 세계 각국은 화석 연료를 대신하기 위한 대체 에너지 원 개발에 주력하고 있다.

그 중 태양광 발전은 무한한 태양 에너지를 직접 전기 에너지로 변환하는 방식으로 인공위성용, 무인 등대용, 무인 중계소용 전원 등으로 사용되어왔다. 태양광 발전은 태양광을 이용하므로 그 양이 무한하며 반영구적이고, 연료를 연소하지 않으므로 소음, 각종 유해가스, 방사능, 폭발 등의 환경오염의 우려도 없다. 게다가 태양광이 조사되는 곳이면 어디든지 설치 가능하므로 앞으로 분산형 발전 시스템으로 보급이 기대되는 발전 방식이다. 그러나 이러한 이점에 비해 축전 기능이 없으며, 기상 조건과 일사량에 영향을 많이 받으며 그 출력이 직류이므로 DC에서 AC로의 전력 변환 장치가 필요하다. 그리고 그 가격이 비싸 실용화에 어려움을 겪고 있다.

계통연계형 태양광 발전 시스템은 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양 전지와 DC 전력을 AC로 변환하는 인버터 부로 나눌 수 있다.

태양광 발전 시스템의 가격중 인버터가 차지하는 비율은 약 10~15[%]로 시스템 전체 가격 저감을 위해 인버터의 효율 증가와 가격 저하가 중요한 항목이다.

계통연계형 인버터는 그 절연 방식에 따라 상용주파 트랜스 방식, 고주파 트랜스 방식, 트랜스리스 방식의 3가지 방식이 있다. 초기에는 상용주파 트랜스 방식이 주류를 이루었으나, 소형 경량화를 위해 고주파 트랜스 방식이 채택되어 이용되고 있다. 그러나 이 방식도 회로 구성이 복잡하고, 역시 트랜스가 사용되므로 트랜스에 의해 전력 손실이 발생하게 된다. 이에 반해 트랜스리스 방식은 계통과 직접 접속되므로 트랜스에서의 손실이 저감되어 변환 효율이 높으며 주 회로 방식 또한 간단하여 소형 경량화 및 가격 저하가 기대된다. 하지만 이 방식은 계통으로 출력 고조파 저감 대책, 직류 성분 유출이나 지락 사고 대책 등의 문제가 남아 있다.

본 논문은 태양광 발전용 트랜스리스 인버터의 출력 고조파 저감에 관하여 기술한 것으로, 인버터 출력측 고조파 저감을 위해 기존의 SPWM 방식의 on-off 시간에서 위상을 Shift하는 방식의 새로운 PWM 방식을 제안하였다. 새로운 PWM 스위칭 시간을 구하기 위해, 푸리에 급수를 이용하여 기본파 성분만 존재하게 하고 고조파 성분은 모두 0으로 두어 이론적으로 고조파 성분이 존재하지 않도록하여 계산하였다.

제안된 방식을 검증하기 위해 시뮬레이션과 실험을 수행하였다. 그 결과, 새로운 PWM 방식으로 스위칭 동작을 행하면, 기본파에 대한 제 3조파의 비율이 약 30.15 [%]에서 약 10.5 [%]로, 제 5조파의 비율은 약 9.9 [%]에서 약 5.4 [%]로, 제 7조파의 비율은 약 6.9 [%]에서 약 5.1 [%]

로 제 9조파의 비율은 약 5.4 [%]에서 약 2.7 [%]로 제 11조파의 비율은 약 7.8 [%]에서 약 1.5 [%]로 감소하여 전체적으로 인버터 출력의 저차 고조파 성분이 현저하게 감소하여 출력 전류 파형이 거의 정현적 나타난다는 것을 확인하였다.

85. 부스트 정류기의 고역률 제어에 관한 연구

전기공학과 이 창 일
지도교수 이 성 근

안정된 전원을 필요로 하는 전자장비들이 급속히 확산되면서 직류 안정화 전원장치는 더욱 중요한 위치를 차지하고 있다. 다이오드 4개와 평활 캐패시터 그리고 인덕터를 사용한 간단한 L-C정류기로는 교류 전원을 직류 전원으로 바꿀 수 있다. 하지만 이 방법으로는 직류 전압의 크기를 제어할 수 없고, 낮은 입력 역률과 큰 전류 왜곡을 가진다. 각종 전자·전기 기기가 이러한 전원 장치에 접속되어 있는 경우, 기기의 전원 입력 전류에 정현파가 아닌 위상제어회로 또는 비선형 부하 특성에 의한 전원의 고조파 전류가 발생한다. 그 결과 전압왜곡이 발생하여 전력 계통 설비를 비롯해 접속되는 기기의 동작에 악영향을 주는 등의 문제가 되고 있다. 그 영향의 정도는 그 설비 또는 기기에 따라 다르지만 전력용 커패시터·변압기의 발열, 화제, 이상 음의 발생, 제어기기의 오동작, 접속 기기의 동작 불량 또는 수명의 단축 등의 장애 현상으로 나타나게 된다. 이러한 문제들의 해결 방법으로는 출력 전압 제어와 역률을 향상시키기 위한 DC-DC 컨버터를 AC-DC 정류기를 삽입하고, 제어 방법으로 고정 주파수 피크 전류 제어 방법, 평균 전류 제어 방법, 히스테리시스 전류 제어 방법, DCM-CCM 경계에서 동작하는 방법 등이 있다.

전류 연속 모드(CCM)와 전류 불연속 모드(DCM)에서 동작하는 승압형 컨버터는 전원공급장치의 역률 개선을 위한 정류 회로에 널리 사용되고 있다.

본 논문에서는 CCM과 DCM의 경계에서 동작하는 승압형 역률 개선회로에 필터 캐패시터(C_f)를 추가하여 높은 주파수에서의 스위칭 잡음을 줄인다. 또한, 스위치의 특성, 스위치 온-오프 시간, 스위치 주파수를 분석하여 최적의 파라미터를 선정하고 출력 전압의 안정화를 위하여 제어 회로를 삽입하였다.

이 결과 입력전류를 입력 전압과 동상인 정현파로 만들어 역률을 향상시키고, 콘덴서 평활형 정류기에서의 좁은 펄스폭을 가지는 입력전류에 기인한 전류의 고조파 하모닉 성분을 제거함으로서 전원 고조파 일그러짐을 억제하였다.

이에 대한 이론적 분석을 증명하기 위해 시뮬레이션을 수행하고 실제 100[W]급 승압형 컨버터를 제작하였다. 그 결과 제안한 부스트 정류기는 일반적인 부스트 정류기보다 총고조파왜곡(THD)이 49.7[%]감소하여 14[%]의 역률 개선효과를 보았다.

dCollection